

## 第二章 DDGS 在肉牛日粮中的应用

多年来,美国肉牛业就一直是湿或干玉米酒精副产品的最主要消费渠道。因此,相当多的研究都在评价玉米酒精副产品对肉牛的饲喂价值。其中大部分都是研究在肉牛育肥期玉米酒精副产品的使用。曾经发表了几篇非常好的研究总结和饲喂推荐文章(Erickson 等, 2005; Tjardes 和 Wright, 2002; Loy 等, 2005a; Loy 等, 2005b; Schingoethe, 2004)。

### 肉牛饲料中酒精副产品的营养组成

在干法加工的酒精工厂中,能够生产几种不同的酒精副产品。从麦浆中去掉的液体称为稀釜馏物,它可以重新回到蒸煮和蒸馏过程中,做为含水量很高的肉牛饲料或者脱水后为浓缩可溶物(CDS)被直接卖掉。剩下的固体或者粗的谷物部分被称为湿酒糟,也可以直接给肉牛使用,或者干燥后做为干酒糟(DDG)。浓缩可溶物可以直接做为牛饲料或者与酒糟混合后生产含可溶物的酒糟 DGS。这种可以卖掉的含可溶物的酒糟可以是湿的(WDGS, 30%的干物质),改进的(MDGS, 50%的干物质)和干燥的(DDGS, 90%的干物质)产品。因为酒精副产品有好几种湿的或者干燥的产品,这样其中的营养成分含量变化也会较大,因此在使用前准确地分析这些副产品真实的营养成分是非常重要的。还有一些其它的因素会影响这些副产品的营养成分含量,如发酵和蒸馏效率不同、干燥方式和温度的不同以及混入到不同副产品中可溶物的数量等。表 1 中列出了常见的几种不同酒精副产品中营养成分值。

表1 不同玉米酒精副产品中的一些营养成分数值(100%干物质基础)

营养成分	CDS <sup>1</sup>	WDG <sup>2</sup>	MDGS <sup>3</sup>	DDG <sup>4</sup>	DDGS <sup>5</sup>
干物质, %	30-50	25-35	50	88-90	88-90
粗蛋白质, %	20-30	30-35	30-35	25-35	25-32
可降解蛋白质, %粗蛋白质	50	45-53	45-53	40-50	43-53
粗脂肪, %	9-15	8-12	8-12	8-10	8-10
中性洗涤纤维, %	10-23	30-50	30-50	40-44	39-45
总可降解氮, %	75-120	70-110	70-110	77-88	85-90
维持净能, Mcal/kg	2.21-2.54	1.98-2.43	1.98-2.43	1.96-2.21	2.16-2.21
生长净能, Mcal/kg	1.76-2.05	1.54-1.76	1.54-1.76	1.48-1.54	1.50-1.54
钙, %	0.03-0.17	0.02-0.03	0.02-0.03	0.11-0.20	0.17-0.26
磷, %	1.30-1.45	0.50-0.80	0.50-0.80	0.41-0.80	0.78-1.08

<sup>1</sup> 浓缩可溶物 CDS

<sup>2</sup> 湿酒糟 WDG

<sup>3</sup> 改进的浓缩可溶物 MDGS

<sup>4</sup> 干酒糟 DDG

<sup>5</sup> Distiller's dried grains with solubles.含可溶物干玉米酒糟DDGS

摘自Tjardes 和 Wright (2002)。

稀的釜馏物只有5~10%的干物质，可以成功地做为水补充物来直接给肉牛使用。CDS能够在日粮中提供很高的蛋白质和能量，而且在日粮的调质过程中可以增加水分。但是，由于它含有较高的脂肪，因此它在日粮中的用量应不超过20%，否则会抑制纤维的摄入量和消化率（Tjardes 和 Wright, 2002）。

对牛来说，含或者不含可溶性物的酒糟都是优秀的能量来源。在美国，育肥牛的日常中可以成功地使用高达40%的DDGS（日粮干物质基础）来代替玉米籽粒。当DDGS在日常中的使用量如此高时，它主要是用来提供能量，而且还能提供超出育肥牛需要量的蛋白质和磷。在一项研究中（Ham 等, 1994），DDGS的肉牛生长净能（NE<sub>gain</sub>）比干碾的玉米高出21%。保守的说，大部分营养学家都认为在育肥牛里，当DDGS的用量为日粮干物质基础的10~20%时，它的能量值与玉米相同。在很多研究中，与那些饲喂玉米的日粮相比，日粮干物质中含有15~20%的DDGS可以提高生长速度和饲料转化效率。这种生长性能的提高要归结与亚临床酸毒症的降低和不采食牛问题的减少。但是，使用了DDGS后，这些潜在的问题发生率降低，这是因为DDGS中的存留淀粉含量低（少于2%），而同时消化率好的纤维水平很高。

含有或者不含可溶物的酒糟是一个非常好的蛋白质来源，而且它的瘤胃非降解蛋白质（RUP）含量也相当高。由于DDGS在生产过程中需要干燥，因此也许在温度很高的情况下会发生美拉德或者棕化反应。如果这种反应发生了，某些碳水化合物和蛋白质就会结合，生成一种无法利用的化合物。因此，颜色较淡、发甜而且有发酵气味DDGS拥有优秀的饲喂价值，而且能够使肉牛获得理想的生长性能。市场人员往往将颜色较深、加工过热DDGS的售价降低，来补偿饲喂价值上的缺陷。可以测定酸性洗涤不可溶性氮（ADIN）来判定DDGS中蛋白质的破坏程度。一旦实验室得出ADIN值，再乘以6.25的系数就能计算出DDGS中蛋白质的大致含量。这个计算得出的蛋白质含量说明DDGS中不能利用的粗蛋白质部分，它可以和真蛋白质进行对比，最终得出有多少比例蛋白质被破坏了。DDGS中的RUP大约是60~70%，而豆粕中只有30%。但是，Erickson 等（2005）认为DDGS中高RUP水平是由于蛋白质本身的特点决定的，而与干燥或者水分含量无关，而且不会受到ADIN的影响，因为随着DDGS中ADIN水平的提高，蛋白质效率（公斤增重/公斤蛋白质含量）保持不变或者增加。

无论添不添加可溶物，酒糟的钙含量低，而磷和硫的含量高。根据饲喂的水平，有时在日常中添加酒糟后，可以不再添加从矿物质预混料中提供的其它磷源物质。由于大量使用了干或湿的DGS产品，肥育期的肉牛饲料中的磷远远超过了需要量。这就使粪便中的磷含量升高，如果要进行粪便处理时，一定要考虑这个问题。因为DDGS中的钙水平低，日粮中必需添加额外的钙源（如粉碎的石粉或者紫花苜蓿），使钙磷比例维持在1.2:1到7:1之间，来避免肉牛生长性能的下降和尿结石（Tjardes 和 Wright, 2002）。有时有无可溶物的酒糟的硫含量很高，因此可以给日粮中提供大量的硫。如果从饲料和水中提供的硫超过了0.4%（干物质基础），就会发生牛的polioencephalomalacia。而且，硫会干扰铜的吸收和代谢，在钼存在下，这种情况会更加严重。因此，如果在某些地方，水和牧草中的硫含量较高，DDGS在饲料中的使用量可能会低些（Tjardes 和 Wright, 2002）。

## 育肥牛

大部分DDGS的研究都是在育肥牛日粮中当成能量饲料来添加使用的。DDGS的适口性

特别好，很容易被肉牛采食。而且，添加 DDGS 不会影响肉牛胴体的质量和数量，对肉牛吃料习惯和感觉也没有影响。与 DDGS 相比，饲喂 WDGS 对育肥牛的生长更有利(Erickson 等, 2005)。当日粮中的玉米被 WDGS (湿酒糟) 代替后，结果都很一致，即饲料转化效率提高 15~25% (DeHaan 等, 1982; Farlin, 1981; Firkins 等, 1985; Fanning 等, 1999; Larson 等, 1993; Trenkle, 1997a; Trenkle 1997b; Vander Pol 等, 2005a)。饲料转化效率之所以得到很大的提高，是因为 WDGS 中的能量是玉米的 120~150% (Erickson 等, 2005)。在饲草含量很高的日粮中，经过干燥的 DDGS 能量值只相当于滚筒干燥玉米的 102-127%。有研究结果表明，WDGS 和 DDGS 的高能量含量主要是由于它们能够控制酸毒症 (Erickson 等, 2005)。

Vander Pol 等(2005c)认为在育肥牛日粮中以干物质为基础使用 10~20% 的 DDGS 后，再添加尿素没有明显作用，说明发生了氮循环。但是，Erickson 等 (2005) 却说为保险起见，当日粮中 DDGS 使用量少于 20% 时，最好还是遵循国家研究委员会 (1996) 的指导来添加可降解蛋白用量。

有几项研究评价了使用酒糟后对牛肉质量和感官的影响。Roeber 等(2005)做了两个试验，其中湿或干酒糟在荷斯坦肉牛饲料中的用量高达 50%，然后观察了牛肉的颜色、柔软度和感官。在柔软度、风味和多汁性上没有差异。同样，在 Jenschke 等 (2006) 的试验结果也认为育肥期肉牛饲料中使用 50% 湿酒糟 (干物质基础) 得到的牛排制品在柔软度、连接组织数量、多汁性和无味强度上没有任何差异。最后，Gordon 等 (2002) 在育肥牛日粮中使用了 0%、15%、30%、45%、60% 或者 75% 的 DDGS，饲喂了 153 天，观察到当 DDGS 用量增加时，牛排的柔软度也有较小的直线改善关系。

研究其它阶段中使用 DDGS 的报告很少，但是，当肉牛的饲草质量很低时，做为蛋白质和能量来源的饲料原料，DDGS 是非常优秀的。当日粮中饲草的磷含量较低时，DDGS 中的磷作用就相当可观了。DDGS 还可以用在以下方面：对哺乳期犊牛，做为教槽料使用；放牧肉牛的补充料；使用低质牧草的补充物和作物副产品来饲喂生长牛、妊娠母牛和发育中的肉犊牛。

## 肉奶牛

DDGS 在肉奶牛上的使用并不象育肥肉牛上的研究多。Loy 等 (2005) 总结了肉奶牛上 DDGS 的使用效果，并据此发表了一篇很好的综述文章。在肉奶牛中使用 DDGS 的最佳用途为：1) 补充日粮蛋白质 (特别是使用了低质的饲草时) 来代替玉米蛋白饲料或豆粕，2) 做为一种淀粉少而纤维高的能量来源代替玉米蛋白饲料或者豆皮，3) 日粮中需要添加脂肪时。

### DDGS 做为一种蛋白质来源

研究结果表明，在科罗拉多州天然的冬季区域下，放牧肉奶牛日粮中添加 DDGS 提供 0.18 公斤蛋白质 / 天时，它的效果可以与苜蓿干草或者精选豆类相媲美 (Smith 等, 1999)。Shike 等 (2004) 在粉碎苜蓿干草中补充了玉米蛋白饲料或者 DDGS，饲喂哺乳期西门塔尔奶牛，比较了它们的效果。结果是使用 DDGS 后奶牛的增重较多，而玉米蛋白饲料的泌乳量较高。但是，它们在犊牛增重和母牛配种性能上都没有差异。Loy 等 (2005) 报导了伊利诺斯州后来进行的研究。那里的研究人员将 DDGS 或者玉米蛋白饲料添加到粉碎玉米秸日粮中，来饲喂泌乳的安格斯和西门塔尔牛。哺乳犊牛的奶牛限制采食全混合日粮，结果 DDGS 和玉米蛋白饲料在

泌乳量和犊牛增重上都没有差异。

#### DDGS 做为一种能量来源

当使用低质牧草时，DDGS 做为能量饲料的作用很明显。Summer 和 Trenkle (1998)认为 DDGS 和玉米蛋白饲料在玉米秸日粮中都是优良的补充物，但在高质量的苜蓿干草日粮中效果不明显。玉米秸（杆）的蛋白质、能量和矿物质含量都很低，但是成本低廉，而且在美国主要的玉米生产地都很容易获得。如果使用低质饲草（如玉米秸）来饲喂体况良好的妊娠期肉奶牛，在最后的 1/3 妊娠期，每天补充 1.4 到 2.3 公斤 DDGS 会满足它们对能量和蛋白质的需要量(Loy 等, 2002)。如果使用低质饲草（如玉米秸）来饲喂早期泌乳的肉奶牛，每天补充 2.7 到 3.6 公斤 DDGS 同样会满足能量和蛋白质的需要量(Loy 等, 2002)。

#### DDGS 做为一种脂肪来源

补充脂肪会提高那些亚理想妊娠体况（小于 90%）牛群的繁殖性能。Loy 等 (2002)认为日粮中添加与玉米油（DDGS 中含有）组成相似的脂肪酸会提高妊娠期体况。而且，如果需要添加蛋白质和能量来源时，同时添加脂肪的效果最好。

#### 后备母牛

关于 DDGS 在后备母牛上如何使用的研究很少。但是，根据育肥牛上得到的很多结果，DDGS 对后备母牛来说也会是一个很好的 RUP 和能量来源。MacDonald 和 Klopfenstein (2004) 在雀麦草放牧的后备母牛日粮中每天添加了 0、0.45、0.90、1.36、或者 1.81 公斤 DDGS。结果发现每添加 0.45 公斤 DDGS，雀麦草采食量下降 0.78 公斤/天，平均日增重每天增加 27 克。

Loy 等(2003)评价了对杂交生长后备母牛，在高含量饲草日粮中每天或者每星期 3 次饲喂 DDGS 的效果。这些后备母牛每天自由采食补充了 DDGS 或者干燥压碎玉米的干草（含有 8.7% 粗蛋白质）日粮。这两种补充料分为两种水平进行饲喂，每天饲喂或者是每星期饲喂 3 次，饲喂量相同。对那些每天都采食到补充料的后备母牛来说，它们吃的草更多，增重也更快，但是与每星期饲喂 3 次补充料的后备母牛没有差异。在低或者高的补充水平下，使用 DDGS 补充料的后备母牛平均日增重 ADG 和饲料转化效率比那些干燥压碎玉米的要好（表 2）。这些研究者计算得出 DDGS 的净能值比玉米粒高出 27%。

表2 饲喂天然干草和补充两种水平的玉米或DDGS时后备母牛的生长性能

		低 <sup>a</sup>	高 <sup>b</sup>
平均日增重, 公斤/天	玉米	0.37	0.71
	DDGS	0.45	0.86
干物质摄入量/平均日增重	玉米	15.9	9.8
	DDGS	12.8	8.0

<sup>a</sup> 低 = 按体重的 0.21% 添加

<sup>b</sup> 高 = 按照体重的 0.81% 添加

来源: Loy 等 (2003a)。

在后来的研究中，Loy 等(2004)用瘿管对后备母牛的研究：没有任何补充料，每天补充 DDGS，隔一天补充 DDGS，每天补充干燥碾碎玉米，或者隔天补充干燥碾碎玉米。象预期中的那样，与那些有补充料的处理相比，没有添加任何补充料的后备母牛干草采食量很高，补充了 DDGS 或者玉米之间的采食量没有差异。与补充了玉米处理组相比，补充了 DDGS 后，

瘤胃中纤维的消失速度明显增快。

Stalker 等 (2004)做了两个试验, 评价了在饲草为基础的日粮中使用 DDGS 做为能量来源后, 后备母牛对降解蛋白质的需要量是多少。设计的日粮中缺乏可降解蛋白质 (每天少于 100 克), 但是可供代谢用的蛋白质很多。研究的结果是在饲草为基础的日粮中, 如果使用 DDGS 做为能量来源时, 日粮中不再需要添加尿素来满足对可降解蛋白质的需要。

Morris 等(2005)的研究表明, 在低质或者高质饲草日粮中添加 0、0.68、1.36、2.04 或者 2.72 公斤 DDGS 后, 单独饲喂后备母牛, 它们的饲草采食量下降, 平均日增重增加。结果说明当使用饲草受到限制时, DDGS 是一个有效的替代物, 可以增加后备母牛的生长。

## 总结

玉米 DDGS 对所有生产阶段的肉牛来说都是一种很好的能量和蛋白质饲料。在育肥肉牛日粮中, 它可以做为能量饲料被有效地利用, 在日粮中可以添加高达 40% (干物质基础), 依然能够保证良好的生长性能、胴体和肉品质。但是, 使用高达 40% 时, 肉牛会摄入过多的蛋白质和磷。

在肉奶牛中使用 DDGS 的最佳用途为: 1) 补充日粮蛋白质 (特别是使用了低质的饲草时) 来代替玉米蛋白饲料或豆粕, 2) 做为一种淀粉少而纤维高的能量来源代替玉米蛋白饲料或者豆皮, 3) 日粮中需要添加脂肪时。

对后备母牛而言, 在饲草为基础的日粮中, 如果使用 DDGS 做为能量来源时, 日粮中不再需要添加尿素来满足对可降解蛋白质的需要。当使用饲草受到限制时, DDGS 是一个有效的替代物, 可以增加后备母牛的生长。

## 参考文献

Bremer, V.B., G.E. Erickson, T.J. Klopfenstein, M.L. Gibson, K.J. Vander Pol, M.A. Greenquist. 2005. Feedlot performance of a new distillers byproduct (Dakota Bran) for finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 83:(Suppl. 1).

Cooper, R.J., C.T. Milton, T.J. Klopfenstein, T.L. Scott, C.B. Wilson, and R.A. Mass. 2002. Effect of corn processing on starch digestion and bacterial crude protein flow in finishing cattle. *J. Anim. Sci.* 80:797-804.

DeHaan, K., T. Klopfenstein, R. Stock, S. Abrams, and R. Britton. 1982. Wet distillers co-products for growing ruminants. *Nebraska Beef Rep.* MP 43:33.

Erickson, G.E., T.J. Klopfenstein, D.C. Adams, and R.J. Rasby. 2006. Utilization of Corn Co-Products in the Beef Industry. Nebraska Corn Board and the University of Nebraska. [www.nebraskacorn.org](http://www.nebraskacorn.org). 17 pp.

Fanning, K., T. Milton, T. Klopfenstein, and M. Klemesrud. 1999. Corn and sorghum distillers grains for finishing cattle. *Nebraska Beef Rep.* MP 71 A:32.

Farlin, S.D. 1981. Wet distillers grains for finishing cattle. *Anim. Nutr. Health* 36:35.

Firkins, J.L., L.L. Berger, and G.C. Fahey, Jr. 1985. Evaluation of wet and dry distillers grains and wet and dry corn gluten feeds for ruminants. *J. Anim. Sci.* 60:847.

Gordon, C.M., J.S. Drouillard, R.K. Phebus, K.A. Hachmeister, M.E. Dikeman, J.J. Higgins, and A.L. Reicks. 2002. The effect of Dakota Gold Brand dried distiller's grains with solubles of varying levels on sensory and color characteristics of ribeye steaks. Cattleman's Day 2002, Report of Progress 890. Kansas State University. pp. 72-74.

Gustad, K., T.J. Klopfenstein, G. Erickson, J. MacDonald, K. Vander Pol, and M. Greenquist. 2006. Dried distillers grains supplementation to calves grazing corn residue.

Ham, G.A., R.A. Stock, T.J. Klopfenstein, E.M. Larson, D.H. Shain, and R.P. Huffman. 1994. Wet corn distillers co-products compared with dried distillers grains with solubles as a source of protein and energy for ruminants. *J. Anim. Sci.* 72:3246.

Holt, S.M., and R.H. Pritchard. 2004. Composition and nutritive value of corn co-products from dry milling ethanol plants. *South Dakota State Beef Report*.

Jenschke, B.E., J.M. James, K.J. Vander Pol, C.R. Calkins, and T.J. Klopfenstein. 2006. Wet distillers grains plus solubles do not increase liver-like off-flavors in cooked beef. *Nebraska Beef Report*, University of Nebraska-Lincoln, pp. 115-117.

Larson, E.M., R.A. Stock, T.J. Klopfenstein, M.H. Sindt, and R.P. Huffman. 1993. Feeding value of wet distillers co-products from finishing ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:2228.

Loy, T.W., T.J. Klopfenstein, G.E. Erickson, and C.N. Macken. 2003. Value of dry distillers grains in high fiber diets and effect on supplementation frequency. *Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:8*.

Loy, T.W., J.C. MacDonald, T.J. Klopfenstein, and G.E. Erickson. 2004. Effect of distillers grains or corn supplementation frequency on forage intake and digestibility. *Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:22-24*.

Loza, P.L., K.J. Vander Pol, G.E. Erickson, R.A. Stock, and T.J. Klopfenstein. 2004. Corn milling co-products and alfalfa levels in cattle finishing diets. *J. Anim. Sci.* 82 (Suppl. 1):158.

MacDonald, J.C. and T.J. Klopfenstein. 2004. Dried distillers grains as a grazed forage supplement. *Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:22-24*.

Morris, S.E., T.J. Klopfenstein, D.C. Adams, G.E. Erickson, and K.J. Vander Pol. 2005. The effects of dried distillers grains on heifers consuming low or high quality forages. *Nebraska Beef Report MP 83-A:18-20*.

NRC. 1996. *Nutrient Requirements of Beef Cattle* (7th ed.). National Academy Press, Washington, DC.

Owens, F.N., D.S. Secrist, W.J. Hill, and D.R. Gill. 1997. The effect of grain source and grain processing on performance of feedlot cattle: a review. *J. Anim. Sci.* 75:868-879.

Roeber, D.L., R.K. Gill, and A DiCostanzo. 2005. Meat quality responses to feeding distiller's grains to finishing Holstein steers. *J. Anim. Sci.* 83:2455-2460.

Shike, D.W., D.B. Faulkner, and J.M. Dahlquist. 2004. Influence of limit-fed dry corn gluten feed and distillers dried grains with solubles on performance, lactation, and reproduction of beef cows. *J.*

Anim. Sci. 82 (Suppl. 2):96.

Smith, C.D., J.C. Whitlier, D.N. Schutz, and D. Conch. 1999. Comparison of alfalfa hay and distiller's dried grains with solubles alone and in combination with cull beans as protein sources for beef cows grazing native winter range. Beef Program Report. Colorado St. Clin.

Stalker, L.A., T.J. Klopfenstein, D.C. Adams, and G.E. Erickson. 2004. Urea inclusion in forage-based diets containing dried distillers grains. Nebraska Beef Cattle Report MP 80-A:20-21.

Stalker, L.A., D.C. Adams, and T.J. Klopfenstein. 2006. A system for wintering beef heifers using dried distillers grain. Nebraska Beef Report MP 88-A:13.

Stock, R.A., J. M. Lewis, T.J. Klopfenstein, and C.T. Milton. 1999. Review of new information on the use of wet and dry milling feed by-products in feedlot diets. Proc. Am. Soc. Anim. Sci. Available at: <http://www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0924.pdf>.

Summer, P., and A. Trenkle. 1998. Effects of supplementing high or low quality forages with corn or corn processing co-products upon digestibility of dry matter and energy by steers. Iowa State University Beef Research Report ASL-R1540.

Tjardes, J. and C. Wright. 2002. Feeding corn distiller's co-products to beef cattle. SDSU Extension Extra. Ex 2036, August 2002. Dept. of Animal and Range Sciences. pp. 1-5.

Trenkle, A. 1997a. Evaluation of wet distillers grains in finishing diets for yearling steers. Beef research Report - Iowa State University ASRI 450.

Trenkle, A. 1997b. Substituting wet distillers grains or condensed solubles for corn grain in finishing diets for yearling heifers. Beef Research report - Iowa State University ASRI 451.

Vander pol, K.J., G. Erickson, T. Klopfenstein, and M. Greenquist. 2005a. Effect of level of wet distillers grains on feed lot performance of finishing cattle and energy value relative to corn. J. Anim. Sci. 83(Suppl. 2):25.

Vander Pol, K.J., G.E. Erickson, and T. Klopfenstein. 2005b. Economics of wet distillers grains use in feedlot diets. J. Anim. Sci. 83(Suppl. 2):67.

Vander Pol, K.J., G.E. Erickson, and T.J. Klopfenstein. 2005c. Degradable intake protein in finishing diets containing dried distillers grains. J. Anim. Sci. 83(Suppl. 2):62.

Vander Pol, K.J., G.E. Erickson, M.A. Greenquist, and T.J. Klopfenstein. 2006. Effect of Corn Processing in Finishing Diets Containing Wet Distillers Grains on Feedlot Performance and Carcass Characteristics of Finishing Steers. 2006 Nebraska Beef Report.